

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:

Taro ASAO, et al.

Application No.:

Group Art Unit:

Filed: February 25, 2002

Examiner:

For: OPTICAL AMPLIFIER SUPERVISORY CONTROL METHOD IN WDM
COMMUNICATION SYSTEM

jc997 U.S. PTO
10/083162
02/27/02

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR FOREIGN
APPLICATION IN ACCORDANCE
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. § 1.55**

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. § 1.55, the applicant(s) submit(s) herewith
a certified copy of the following foreign application:

Japanese Patent Application No. 2001-363620

Filed: November 29, 2001

It is respectfully requested that the applicant(s) be given the benefit of the foreign filing
date(s) as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the
requirements of 35 U.S.C. § 119.

Respectfully submitted,

STAAS & HALSEY LLP

Date: February 25, 2002

By: _____

James D. Halsey, Jr.
Registration No. 22,729

700 11th Street, N.W., Ste. 500
Washington, D.C. 20001
(202) 434-1500

5/12/2
JC997 U.S. PTO
10/083162
02/27/02

JAPAN PATENT OFFICE

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

Date of Application: November 29, 2001

Application Number: Patent Application
No. 2001-363620
[ST.10/C]: [JP2001-363620]

Applicant(s) : FUJITSU LIMITED

January 18, 2002

Commissioner,
JAPAN Patent Office Kozo OIKAWA

Certificate No. 2001-3116937

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

JC997 U.S. PTO
10/083162
02/27/02

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年11月29日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-363620

[ST.10/C]:

[JP2001-363620]

出 願 人

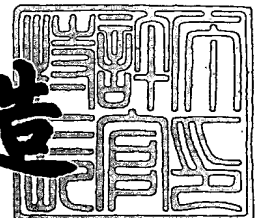
Applicant(s):

富士通株式会社

2002年 1月18日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3116937

【書類名】 特許願

【整理番号】 0152322

【提出日】 平成13年11月29日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04B 10/16

【発明の名称】 WDM通信システムにおける光アンプ監視制御方法

【請求項の数】 5

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

 【氏名】 朝生 太郎

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

 【氏名】 根元 誠幸

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

 【氏名】 田中 和夫

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

 【氏名】 洞地 一徳

【特許出願人】

 【識別番号】 000005223

 【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100074099

 【住所又は居所】 東京都千代田区二番町8番地20 二番町ビル3F

【弁理士】

【氏名又は名称】 大菅 義之

【電話番号】 03-3238-0031

【選任した代理人】

【識別番号】 100067987

【住所又は居所】 神奈川県横浜市鶴見区北寺尾 7 - 2 5 - 2 8 - 5 0 3

【弁理士】

【氏名又は名称】 久木元 彰

【電話番号】 045-573-3683

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 012542

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9705047

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 WDM通信システムにおける光アンプ監視制御方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 光プリアンプと光ポストアンプとを含む光ノードにおける光アンプの監視制御方法であって、

光ポストアンプを自動利得制御するステップと、

光プリアンプを、立ち上げ時には自動レベル制御で立ち上げ、通常運用時は自動利得制御で制御し、通常運用時の所定期間毎に自動レベル制御を行うステップと、

を備えることを特徴とする光アンプの監視制御方法。

【請求項2】 前記光ポストアンプの入力光パワーが所定範囲内になり、かつ、光ポストアンプの利得が規定範囲になった場合に、次ノードに対し、光ポストアンプの動作が通常状態であることを、送信される光信号の波長多重数と共に、監視制御信号を用いて送信するステップを更に備えることを特徴とする請求項1に記載の光アンプの監視制御方法。

【請求項3】 前記光プリアンプは、前ノードの光ポストアンプから、波長多重数と、通常状態であることの通知を受けて、自動レベル制御によって立ち上がり、立ち上がった後の光プリアンプの利得をメモリに格納するステップを更に備えることを特徴とする請求項2に記載の光アンプの監視制御方法。

【請求項4】 前記光プリアンプは、通常運用時の所定期間毎の自動レベル制御において、所定の出力レベルが得られた時の利得をメモリに格納することを特徴とする請求項1に記載の光アンプの監視制御方法。

【請求項5】 前記光プリアンプは、自動利得制御中に、定期的に自動レベル制御に切り替え、光プリアンプの出力が目標出力範囲内に一定時間以上入った場合に、その時点での利得を保持し、前ノードから通常状態であることの通知を所定時間継続して受信した場合に、自動利得制御に戻ることを特徴とする請求項2に記載の光アンプの監視制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光波長多重（WDM：Wavelength Division Multiplexing）通信ネットワークに使用されるWDM伝送装置及び光アンプの制御システムに関する。特に、WDMネットワークにおいて、光波長のアド／ドロップ（ADM：Add Drop Multiplexing）機能及び光パスポテクション機能をサポートした場合の光アンプの制御システムに関する。

【0002】

【従来の技術】

光伝送装置においてWDM（Wavelength Division Multiplexing）技術を用いた光伝送が実用化されており、また、光波長単位のアド／ドロップ機能及び光パスポテクションスイッチ機能をサポートした光ADM装置を用いたWDMリングネットワークが実用化されつつある。

【0003】

図10は、ADM機能を持ったWDM通信装置の構成例である。

上流（前ノード）からの信号は、伝送路121を使って伝送され、プリアンプ（多波長光前段アンプ）101で増幅された後、DEMUX（波長分離器）102で波長毎に分離され、光スイッチ103で経路選択（スルー／アド／ドロップ）をされた後、MUX（波長多重器）104で波長多重され、ポストアンプ（多波長後段アンプ）105で増幅されて、伝送路122により下流（次ノード）へ伝送される。

【0004】

また、同様に、伝送路124により伝送された信号は、プリアンプ（多波長光前段アンプ）115で増幅された後、DEMUX（波長分離器）114で波長毎に分離され、光スイッチ103で経路選択（スルー／アド／ドロップ）をした後、MUX（波長多重器）112で波長多重され、ポストアンプ（多波長後段アンプ）111で増幅されて、伝送路123により下流（次ノード）へ伝送される。

【0005】

また、光スイッチ103により、伝送路125から光スイッチ103に入ったλaを伝送路122や123に追加（アド）したり、伝送路121や124から

λb を引き出して（ドロップ）、伝送路 1 2 6 に送出することができる。

【 0 0 0 6 】

WDM通信装置に使用される多波長光アンプ（プリアンプ、ポストアンプ）の制御方法としては、A L C と A G C が考えられる。

A L C (Automatic Level Control) モード

多重波長数 n

一波あたりの目標出力レベル P_n

とした場合に、光アンプへの光入力レベルによらず、光アンプのトータル出力 P_o が一定 ($= n \times P_n$) になるように光アンプのゲインを制御するモード。

【 0 0 0 7 】

光アンプの入力レベルが変動しても、光アンプのトータル出力レベルが一定になるように光アンプを制御する。

ところで、光アンプに入力される光信号において、波長多重された波長の一つが断になった場合、A L C ではトータル出力レベルを一定にしようとするので、断になった以外の波長をより強く増幅することになる。

【 0 0 0 8 】

また、光アンプに入力される光信号に新たに一波が追加になった場合も、A L C ではトータル出力レベルを一定にしようとするので、波長毎の光アンプ出力レベルは低下することになる。

【 0 0 0 9 】

このように、光アンプに入力する波長数が増減した場合に、各波長の出力レベルが変化してしまい、この波長の光を受信する O / R モジュールの入力許容レベル範囲からはずれた場合、信号がエラーしてしまう。従来技術では、このような A L C における問題を解決するために、パイロット信号を多重し、そのパイロット信号のレベルを一定に制御する方式が考えられているが、常に余分な光（パイロット信号）を多重しておく必要があり、パイロット信号の送受、多重、分離用部品を搭載する必要がありコストや装置サイズが大きくなってしまう。また、パイロット信号を使用した場合、消費電力が増える問題がある。

【 0 0 1 0 】

あるいは、光監視制御用の光波長（OSC: Optical Supervisory Channel）を設けて、多重化された波長数情報を通知し、各光アンプは、この情報に基づいて目標トータル出力レベルを変更し、利得制御を行う方法もある。

【0011】

AGC (Automatic Gain Control) モード

光アンプへの光入力レベルと光出力レベルの比（ゲイン）を一定に保つ制御モード。

【0012】

光アンプの入力レベルが変動した場合、光アンプのゲインが一定のため、光アンプの出力レベルも入力レベルに追随して変動する。光アンプに入力される光信号の波長多重数が変化した場合、ゲインは一定のため、各波長の入力レベルが変化しなければ、各波長の出力レベルも変化しない。このため、新たな波長を追加、削除しても既存の波長を用いたサービスに影響はない。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】

(1-1) ALCを用いたWDMシステムにおいて、OSCを介して光アンプの監視制御用信号を伝送し、利得制御を行う従来の技術では、次のような問題点がある。すなわち、光波長多重数を変更したときは、OSCを介してその情報が各光アンプに通知される。各光アンプは、その情報に基づいて新たな光波長数に対応した利得制御を行う。しかし、このとき、増減設された後の新しい波長数情報が各光アンプに通知される以前に、波長数が変更された後の光信号が光アンプに入力されると、各光波長の光アンプ出力レベルはALCの影響で変動し、そのレベルが受信側の受光許容レベル範囲を逸脱するとエラーを生じる原因となる。

(1-2) 上記問題を解決するため、パイロット信号を多重し、そのパイロット信号のレベルを一定に制御することにより一波あたりのアンプ出力を一定にする方法が考えられるが、常に余分な光（パイロット信号）を多重しておく必要があり、パイロット信号の送受用部品、回路などのコストや電力が余分にかかるという問題がある。

(1-3) また、別の光アンプ制御方法として、WDM伝送装置において、光ア

ンプの送信パワーをモニタし、モニタした送信パワー情報をOSCを介してすぐ次の下流ノードに通知し、次ノードでは前ノードの送信パワー情報を得て、当該ノードの光アンプ出力が前ノードの送信パワーと同じになるように光アンプの利得を制御する方法もある。しかし、前ノードにおいて波長が増減設され送信パワーが変わった場合に、新しい送信パワー情報が次ノードに通知される以前に、波長数が増減された光信号が光アンプに入力されると、光アンプの利得を正しく制御できず、その出力レベルが受信側の受光許容レベル範囲を逸脱するとエラーや受信不能状態に陥り、その波長を使っているサービスに影響が出る。

(2) 光アンプ利得をAGCで制御する従来の技術のWDMシステムでは、次のような問題点がある。すなわち、AGCによる運用では、システムの立ち上げ時にノード間の光ロスを測定し、このロスを補うようアンプゲインを設定する必要がある。しかし、測定器を使った測定では、測定器を接続した場合と実際の運用時のコネクタ嵌合状態によりロスが変化するため、コネクタ接合部のロスも含めて正確にロスを測定するのは容易ではなく、光ロスの測定精度が悪い場合、光回線設計時にレベルマージンを余分に見込む必要が生じる。このような光ロス測定も含めて光アンプの立ち上げ（ゲイン設定）を自動化したいという要求がある。

(3) また、ノード間の接続に用いられる光ファイバは、温度や物理的な曲げなどの周囲条件により光ロスが変動するため、光アンプ利得をAGCで制御するWDMシステムでは、このような光ロス変動に対して光回線設計時にレベルマージンを余分に見込む必要があり、光回線設計が難しくなり、また、これらのレベル変動を吸収するために出力の大きな光アンプや減衰量の大きいVAT（可変光減衰器）を使用する必要が生じ、部品コストが高くなる問題がある。

(4) 図11にWDM通信ネットワークの一例を示す。WDMシステムにおいて、図11に示すWDMリングネットワークにおいて、時計回りの現用光経路（ワーキングパス）に障害が発生した場合、光スイッチにより反時計回りの予備光経路（プロテクションパス）に切り替える回線保護切り替え（パスプロテクションスイッチ）を実現する場合、プロテクションスイッチにより光波長の経路が切り替えられるため、光アンプに入力される波長数は0波からプロテクションされる波長数へ変化し、光入力レベルが急変する。プロテクションパスのように通常時

は光信号が通っていない経路では、光入出力レベルが無く、光アンプをA L C、またはA G Cで制御することができないため、光アンプをシャットダウンしておく必要があるが、プロテクションスイッチ時にシャットダウン状態から光アンプを立ち上げるには時間がかかるという問題がある。

【 0 0 1 4 】

本発明の課題は、安価で、自動的にゲイン調整、立ち上げなどを行うことのできる光アンプの監視制御方法を提供することである。

【 0 0 1 5 】

【課題を解決するための手段】

本発明の光プリアンプの監視制御方法は、光プリアンプと光ポストアンプとを含む光ノードにおける光アンプの監視制御方法であって、光ポストアンプを自動利得制御するステップと、光プリアンプを、立ち上げ時には自動レベル制御で立ち上げ、通常運用時は自動利得制御で制御し、通常運用時の所定期間毎に自動レベル制御を行うステップとを備えることを特徴とする。

【 0 0 1 6 】

本発明によれば、安価で、自動的にゲイン調整、立ち上げなどを行うことができる光アンプの監視制御方法を提供することができる。

【 0 0 1 7 】

【発明の実施の形態】

本発明の実施形態においては、WDM伝送装置において、光ポストアンプとA G Cを行うA G C回路と光ポストアンプの入力光レベルをモニタする入力パワーモニタと、監視制御信号を送受するO S C送受信回路とを有し、光ポストアンプ出力の光波長数をO S C経由で次ノードに通知し、前記入力パワーモニタによってモニタされた入力光レベルが規定範囲内に入り、かつ光アンプのゲインが規定範囲内になった場合に、O S C経由で次ノードに対しノーマルオペレーション状態通知を行い、入力光レベルが規定範囲外になった場合はノーマルオペレーション状態をクリアする。また、光波長数が変化した場合は、新しい光波長数をO S C経由で次ノードへ通知する。

【 0 0 1 8 】

光プリアンプと、A L C と A G C の二つの制御モードを持つゲイン制御回路と、アンプゲイン保持部と、監視制御信号を送受する O S C 送受信回路と、ノード間で監視制御情報を処理及び転送するのにかかる時間より長いタイムアウト時間を持つガード時間タイマとを有し、A L C の時定数をノード間で監視制御情報を処理及び転送するのにかかる時間より長く取り、A L C 時に前ノードからの光波長数や光レベルが変動しても、前ノードから新しい監視制御情報（光波長数やノーマルオペレーション状態）が転送されてくるまでの期間は光プリアンプのゲインがほとんど変化しないようにする。

【 0 0 1 9 】

光プリアンプの初期立ち上げを行う場合に、O S C 経由で前ノードからのノーマルオペレーション状態通知を受け取ることにより、光プリアンプを A L C で起動し、光プリアンプの出力が目標出力範囲内に一定時間以上入った場合に、その時点でのアンプゲインを保持し、ガード時間タイマがタイムアウトするまでの期間継続した場合に、A G C に切り替える。

【 0 0 2 0 】

光プリアンプが A G C にて運用中に、定期的に A L C に切り替え、光プリアンプの出力が目標出力範囲内に一定時間以上入った場合に、その時点でのアンプゲインをアンプゲイン保持部に上書きして保持し、ガード時間タイマをスタートさせ、前ノードからのノーマルオペレーション状態がこのガード時間タイマがタイムアウトするまでの期間継続した場合に、A G C に戻す。

【 0 0 2 1 】

光プリアンプのゲインを不揮発性メモリにバックアップするバックアップ部を有し、上記のように A L C から A G C に切り替えたときのアンプゲイン保持部に保持しているアンプゲインを、バックアップ部にバックアップする。

【 0 0 2 2 】

A L C と A G C の二つの制御モードを持つ光プリアンプにおいて、光プリアンプを A L C 中に前ノードからのノーマルオペレーション状態通知がクリアされるか光波長数が変化した場合に、A L C を中止し、有効な光アンプゲイン値がバックアップされている場合は、そのバックアップされているゲイン値を用いて A G

Cに移行し、有効な光アンプゲイン値がバックアップされていない場合は、再度ノーマルオペレーション通知を受信するまで光アンプ出力をシャットダウンする。

【 0 0 2 3 】

A L CとA G Cの二つの制御モードを持つ光プリアンプにおいて、電源断が発生した後、復旧した場合の光プリアンプの再起動時に、有効な光アンプゲイン値がバックアップされている場合は、そのバックアップされているゲインを用いて光プリアンプをA G Cで制御して再起動し、有効な光アンプゲイン値がバックアップされていない場合は、光プリアンプをA L Cにより再起動する。

【 0 0 2 4 】

光アンプに光信号を入力して光アンプを立ち上げ、光アンプゲインをバックアップしておき、光信号入力が無くなった場合、光アンプをシャットダウンしておく。その後、再度、光信号が入力された場合、バックアップされている光アンプゲインにより光アンプをA G Cで制御して再起動する。

【 0 0 2 5 】

A L CとA G Cの二つの制御モードを持つ光プリアンプと、光プリアンプの制御情報を保持するバックアップ部を持つ装置制御ユニットと、光プリアンプのシリアルナンバーを保持する不揮発性メモリと、光プリアンプが収容されるシェルフのシリアルナンバーを保持する不揮発性メモリとを設け、光プリアンプのゲインと共に、光プリアンプのシリアルナンバーと光プリアンプが収容されるシェルフのシリアルナンバーをバックアップ部にバックアップしておき、電源断からの光プリアンプ起動時に光プリアンプ及びシェルフのシリアルナンバーと、バックアップされている光プリアンプ及びシェルフのシリアルナンバーとを比較し、これらの値がそれぞれ一致している場合にのみ、バックアップされている光アンプゲインを有効と判断し、そのバックアップされているゲインを用いて光プリアンプをA G Cで再起動することにより、装置制御ユニット交換時に光アンプを誤ったゲインのA G Cにより起動することを防止する。

【 0 0 2 6 】

別の光アンプ制御方法として、A L CとA G Cの二つの制御モードを持つ光プ

リアンプと、アンプゲインを保持するメモリと、監視制御信号を送受するOSC送受信回路とを持ち、ALCの時定数をノード間で監視制御情報を処理及び転送するのにかかる時間より長く取り、光プリアンプの初期立ち上げ時に、OSC経由で前ノードからのノーマルオペレーション状態通知を受け取ることにより、光プリアンプをALCで起動し、光プリアンプの出力が目標出力範囲内に一定時間以上入った場合に、その時点でのアンプゲインを保持する。

【0027】

その後も、光プリアンプの出力が目標出力範囲内に入っている場合は、定期的にメモリに保持しているアンプゲインをその時点のアンプゲインに更新する。

ALC運用中に、OSC経由で受け取る波長数情報が変化した場合、メモリに保持しているアンプゲインを用いたAGCに切り替える。その後、一定時間、波長数の変化が無く、かつ光プリアンプ出力が目標出力範囲内に入り、安定している場合は、再度ALCに戻る。

【0028】

本発明の実施形態によれば、前ノードは光ポストアンプ入力が一定レベル範囲内である場合に、ノーマルオペレーション状態を通知する。このとき、当該光ポストアンプは、AGCされているため光出力レベルも一定レベル範囲内となる。この光出力を受信する次ノードでは、ノーマルオペレーション状態通知を受信している間は、光プリアンプに入力される光レベルは一定であると見なし、光プリアンプがまだ起動されていない場合は、ALCにより立ち上げを開始する。ALCにより光プリアンプ出力レベルが目標出力レベル範囲内に入り一定レベルとなるよう光プリアンプを制御する。その出力レベルが一定時間以上、目標出力レベル範囲内に入っている場合、その時点でのアンプゲインをアンプゲイン保持部に保持し、ガード時間タイマをスタートさせ、前ノードからのノーマルオペレーション状態がこのガード時間タイマがタイムアウトするまでの期間継続した場合に、アンプゲイン保持部に保持してあるアンプゲインを用いてAGCに移行する。この光アンプ制御方式によれば、ノード間の光ロスに応じたアンプゲインを自動設定することができる。また、このときノード間の光ロスを測定器などで測定する場合のようにコネクタをつなぎ変える必要がないため、コネクタ接合部のロス

も含めて正確にロスを測定することが可能であり、光回線設計時に余分なロスマージンを見込む必要が無くなる。

【 0 0 2 9 】

このとき、A L Cによるゲイン設定が完了する以前に、波長増減設などにより波長数や前ノードの光ポストアンプ出力が変動した場合でも、ノード間で監視制御情報を処理、転送するのにかかる時間と同じ期間は光プリアンプのゲインがほとんど変化しないよう A L Cの時定数を長く取っているため、増減設された新しい波長情報が次ノードに通知される前に波長数に変更された光信号が光プリアンプに入力されても、光プリアンプ出力はエラーを発生させるようなレベル変動を生じない。

【 0 0 3 0 】

図 1 及び図 2 は、A L C時の A L C時定数の効果を説明した図である。

図 1 において、縦軸は光プリアンプのトータル出力、横軸は時間である。t 1 の期間では光プリアンプに入力される波長数は 8 であり、t 2 の期間では光プリアンプに入力される波長数は 1 6 であり、t 3 の期間では光プリアンプに入力される波長数は 4 であり、t 4 の期間では光プリアンプに入力される波長数は 1 0 である。また、図 2 は、図 1 の縦軸を光プリアンプの一波あたりの出力として書き換えたものである。A L Cを行っている光プリアンプに入力される波長数が変化した場合、前ノードから新しい波長数情報が光プリアンプ部のゲイン制御回路に転送されるまでは、A L C時定数（図 1、図 2 の破線）に従って、波長変更前の光プリアンプトータル出力と同じになるように光プリアンプは制御される。このとき A L C時定数が大きいほど単位時間当たりの光プリアンプの出力変化は小さくなり、各波長の光プリアンプ出力のレベル変動も小さくなりエラーを生じがたくなる。

【 0 0 3 1 】

すなわち、ノード間で監視制御情報を処理、転送するのにかかる時間に対して、A L Cの時定数を十分大きくしておけば、新しい波長情報が次ノードに通知される前に波長数に変更された光信号が光プリアンプに入力されても、光プリアンプ出力はエラーを発生させるようなレベル変動を生じない。

【 0 0 3 2 】

また、WDM通信では、監視制御情報のOSC信号を多重することは通常に行われており、このOSCを用いてノーマルオペレーション状態や波長数情報を次ノードに転送すれば、パイロット信号用の余分な回路を持つ必要がない。

【 0 0 3 3 】

また、定期的にALCにより光プリアンプのゲインを再調整することにより、光ファイバの周囲温度などの外部要因による光ロスの変動を補正することができる。

【 0 0 3 4 】

更に、このとき、このゲイン再調整中に前ノードの光出力レベルが変動し、規定範囲外になった場合や、光波長数が変わった場合は、バックアップ部にバックアップされているゲイン値を用いて光ポストアンプをAGCに戻すことにより、一波あたりの光プリアンプ出力が変動し、信号にエラーを生じることを防止することができる。

【 0 0 3 5 】

光アンプの立ち上げ時は、ノード間のロスを補正するため、ALCで立ち上げ、通常運用時は波長増減設やパスプロテクションスイッチによる光波長数（光レベル）の急変によるエラーを防止するため、ALCにより決定したゲインを用いてAGCに切り替える方式において、光アンプ入力の変動しているときにALCのゲインを保持すると、AGC用ゲインが正しく設定できないおそれがある。このため、光アンプをALCモードで立ち上げる場合には、光アンプに入力する光レベルを一定にしておく必要がある。

【 0 0 3 6 】

前ノードは、光ポストアンプ出力が一定レベル範囲内である場合に、ノーマルオペレーション状態を通知する。次ノードでは、ノーマルオペレーション状態通知を受信している間は、光プリアンプに入力される光レベルは一定であるとみなし、光プリアンプ立ち上げを開始する。また、光プリアンプがALCにより立ち上げ中に、前ノードの光出力レベルが変動した場合に、光プリアンプをシャットダウンすることにより誤ったゲインで光プリアンプが起動することを防ぐことが

できる。

【 0 0 3 7 】

また、停電などによる電源断が発生、復旧した場合、バックアップ部にバックアップされているゲイン値を用いて光プリアンプをA G Cで制御して再起動することにより、前ノードからの光入力レベルが安定していなくても、光プリアンプを再起動することができ、短時間でWDMシステムによる通信を復旧することができる。

【 0 0 3 8 】

更に、あらかじめ、一旦光信号を入力して予備経路の光アンプゲインを設定及びバックアップし、その後、現用経路で運用する場合において、プロテクションスイッチにより光波長の経路が現用経路から予備経路に切り替えられたとき、予備経路上の光アンプに入力される波長数は0波からプロテクションされる波長数へ変化する。このときバックアップしておいた光アンプゲインにより光アンプをA G C起動することによりA L Cにより起動する場合より早く光アンプを立ち上げることができ、A L Cにより光アンプを立ち上げる場合に時間がかかるという問題を解決し、プロテクションスイッチによる信号断の時間を短くすることができる。

【 0 0 3 9 】

電源オフの状態では光プリアンプの制御情報をバックアップしている装置制御ユニットを交換したとき、バックアップ部に他のシステムで設定されたゲインがバックアップされている場合に、光プリアンプユニット及びシェルフのシリアルナンバーと、バックアップされている光プリアンプユニット及びシェルフのシリアルナンバーとを比較し、これらの値が一致している場合のみ、バックアップされているゲインが有効と判断することにより、誤ったゲイン設定で光プリアンプが起動することを防止することができる。

【 0 0 4 0 】

前述の通常運用時にA G Cに移行する方式、定期的にA L Cにして光プリアンプゲインの補正を行う方式に対して、別の光プリアンプ制御方式として、A L Cによる光プリアンプ起動後もA L Cを継続することにより、常時ノード間のロス

変動を補正することができる。また、A L Cの時定数を長く取ることにより、増減設や障害により波長数が増えた場合、新しい波長情報が前ノードから送られてくるまでは、光アンプゲインはほとんど変化せず、光プリアンプ出力はエラーを発生させるようなレベル変動を生じない。更に、O S C経由で受け取る波長数情報が変化した場合は、定期的にバックアップしている光アンプゲインを用いてA G Cに移行するため、光アンプゲインが変動しエラーを生じることを防ぐことができる。

【 0 0 4 1 】

図 3 は、図 1 の A D M機能を持った W D M伝送装置の構成例を片方向の経路に着目し、隣接する二つのノードについて簡単化して示した図である。

図 4 は、図 3 における光波長多重装置 1 0 4、及び光ポストアンプ 1 0 5 について、本発明の実施形態に従った構成例を示したものである。

【 0 0 4 2 】

図 5 は、本発明の実施形態に従った光ポストアンプの別の構成例を示した図である。

図 3 において、ノード 1 では、伝送路 1 2 1 を通じて上流から送られてきた W D Mの光波長は、光プリアンプ 1 0 1 で増幅された後、光波長分離装置 1 0 2 により各波長に分離され、光スイッチ 1 0 3 によりアド／ドロップ／スルーされた後、光波長多重装置 1 0 4 により波長多重され、光ポストアンプ 1 0 5 で増幅され、伝送路 1 2 2 により次ノード（ノード 2）へ送られる。

【 0 0 4 3 】

同様に、ノード 2 では、伝送路 1 2 2 を通じてノード 1 から送られてきた W D Mの光波長は、光プリアンプ 2 0 1 で増幅された後、光波長分離装置 2 0 2 により各波長に分離され、光スイッチ 2 0 3 によりアド／ドロップ／スルーされた後、光波長多重装置 2 0 4 により波長多重され、光ポストアンプ 2 0 5 で増幅され、伝送路 2 2 2 により次ノードへ送られる。

【 0 0 4 4 】

次に図 4 を用いて、本発明の実施形態における光波長多重装置、及び光ポストアンプの構成例と動作を説明する。

図4において、各波長 ($\lambda_1 \sim \lambda_n$) は、PD (Photo Detector) を用いたモニタ420を経由して、光波長多重装置421で波長多重された後、入力パワーモニタ402、光ポストアンプ403 (典型的には、EDFA: Erbium Doped Fiber Amplifierからなる)、出力パワーモニタ404、光ファイバ405、光カプラ406を介して、伝送路407を通して、次ノードへ伝送される。

【0045】

モニタ420にて各波長の光入力の有無を検出し、OSC送受信回路409へ通知する。OSC送受信回路409では、この情報により光波長多重装置421に入力される波長数、すなわち、光波長多重装置421で多重された波長数を計算する。

【0046】

また、光ポストアンプ403の入力パワーを入力パワーモニタ402でモニタし、出力パワーを出力パワーモニタ404でモニタする。ゲイン制御回路408では、これらのモニタ値に基づいて光ポストアンプ403をAGCで制御し、光ポストアンプ403のゲインを一定にする。

【0047】

光ポストアンプ403が起動していない初期状態では、ゲイン制御回路408は、ノーマルオペレーション状態クリア (NOROP=0) をOSC送受信回路409へ通知している。

【0048】

入力パワーモニタ402によってモニタされた入力光レベルが規定範囲内に入り、かつ光ポストアンプ403のゲインがAGCにより規定範囲内になった場合に、ゲイン制御回路408は、ノーマルオペレーション状態 (NOROP=1) をOSC送受信回路409へ通知する。

【0049】

OSC送受信回路409は、前述の光波長多重装置421で多重された波長数とノーマルオペレーション状態 (NOROP) 情報を、監視制御用光信号 (OSC信号: 波長 λ_{osc}) を介して伝送路410へ送出する。OSC信号は光カプラ406によりWDM信号 ($\lambda_1 \sim \lambda_n$) と多重された後、伝送路407を通して

、次ノードへ伝送される。

【0050】

光ポストアンプ403は、AGCされているため、光ポストアンプ入力がある一定レベル範囲内である場合は、光出力レベルも一定レベル範囲内となる。すなわち、光ポストアンプ出力がある一定レベル範囲内である場合に、次ノードに対してノーマルオペレーション状態（NOROP=1）を通知することになる。

【0051】

光波長多重装置421の前段においたモニタ（PD）により多重された波長数を計算する前述の方法の代わりに、図5に示すように、前ノードからOSC信号を介して送られてくる波長数情報、当該ノードの装置制御回路509からの光スイッチ505のアド／ドロップ制御情報、当該ノードでアドされる波長をモニタ510でモニタした光入力有無情報を用いて、OSC送受信回路409で波長数を計算しても良い。

【0052】

ここで、

m：前ノードから送られてくる波長数

a：当該ノードでアドされる波長について、実際に光入力が存在する波長数

d：当該ノードでドロップされる波長数

n：当該ノードの光波長多重装置で多重され次ノードへ送信される波長数

とすると、当該ノードの光波長多重装置で多重され、次ノードへ送信される波長数nは次式で計算できる（ただし、当該ノードでドロップされる光信号は、光波長多重装置421へは入力されないと仮定する）。

$$n = m - d + a$$

以上のように、本発明の実施形態においては、光ポストアンプは、AGCされる。

【0053】

図6は、本発明の実施形態に従った光プリアンプの構成例を示す図である。

次に、図6を用いて、本発明における光プリアンプの構成例と動作を説明する。

【0054】

図6において、前ノードからのWDM信号は、伝送路601を通過して、光カプラ602、入力パワーモニタ603、光プリアンプ604（EDFA）、出力パワーモニタ605、光ファイバ606を通過して、次段の波長分離装置へ入力される。

【0055】

ガード時間タイマ608は、ノード間で監視制御情報を処理及び転送するのにかかる時間より長いタイムアウト時間を持つ。

光カプラ602によりWDM信号（ $\lambda_1 \sim \lambda_n$ 、 λ_{osc} ）をサービス用波長（ $\lambda_1 \sim \lambda_n$ ）と監視制御用波長（ λ_{osc} ）に分離し、監視制御用波長は光ファイバ610を通じてOSC送受信回路611に入力される。

【0056】

OSC送受信回路611では、監視制御用波長により送られてきたOSC信号からノーマルオペレーション状態情報と波長数情報を取り出す。このうち、波長数をゲイン制御回路607へ通知する。

【0057】

また、光プリアンプ604が初期状態（シャットダウン状態で、かつゲイン未設定）の場合に、前ノードからノーマルオペレーション状態（NOROP=1）を受信したとき、OSC送受信回路611はゲイン制御回路607に対してノーマルオペレーション状態を通知する。

【0058】

ゲイン制御回路607は、このノーマルオペレーション状態通知を受けたとき、光プリアンプ604の出力パワーを出力パワーモニタ605でモニタし、出力レベルが目標出力レベル（＝一波あたりの目標出力レベル×波長数）で一定になるよう光ポストアンプ604をALCで制御する。

【0059】

出力パワーモニタ605によってモニタされた出力光レベルが目標出力レベルの許容誤差範囲内に入り、その範囲内に一定時間入っていた場合に、ゲイン制御回路は、その時点でのアンプゲインをアンプゲイン保持部609に保持し、ガー

ド時間タイマ608をスタートさせる。ガード時間タイマ608が動作中に、前ノードから送られてくる波長数が変化した場合や、ノーマルオペレーション状態がクリアされた(NOROP=0)場合は、ゲイン制御回路607は、ガード時間タイマ608を停止し、光プリアンプ604を初期状態(シャットダウン状態で、かつゲイン未設定)に戻す。

【0060】

ガード時間タイマ608が動作中に、波長数やノーマルオペレーション状態が変化せず、ガード時間タイマ608がタイムアウトした場合、ゲイン制御回路607は動作モードをAGCに切り替える。このとき、ゲイン制御回路607は、アンプゲイン保持部609に保持しているアンプゲインを、バックアップ部612にバックアップし、光プリアンプ604の入力パワーを入力パワーモニタ603でモニタし、出力パワーを出力パワーモニタ605でモニタし、これらのモニタ値に基づいて光プリアンプ604をAGCで制御して光プリアンプ604のゲインを一定にする。

【0061】

AGCに移行後、予め定めた周期、または、予め定めた時刻、または、ネットワーク監視装置からの要求などのいずれかによって、ゲイン制御回路607は光プリアンプ604をALCに切り替え、光プリアンプ604の出力パワーを出力パワーモニタ605でモニタし、出力レベルが目標出力レベル(=一波あたりの目標出力レベル×波長数)で一定になるよう光ポストアンプ604をALCで制御する。

【0062】

出力パワーモニタ605によってモニタされた出力光レベルが目標出力レベルの許容誤差範囲内に入り、その範囲内に一定時間入っていた場合に、ゲイン制御回路は、その時点でのアンプゲインをアンプゲイン保持部609に保持し、ガード時間タイマ608をスタートさせる。ガード時間タイマ608が動作中に、前ノードから送られてくる波長数が変化した場合や、ノーマルオペレーション状態がクリアされた(NOROP=0)場合は、ゲイン制御回路607は、ガード時間タイマ608を停止し、バックアップ部612にバックアップしているアンプ

ゲインを用いてA G Cに移行する。

【 0 0 6 3 】

ガード時間タイマ 6 0 8 が動作中に、波長数やノーマルオペレーション状態が変化せず、ガード時間タイマ 6 0 8 がタイムアウトした場合、ゲイン制御回路 6 0 7 は動作モードをA G Cに切り替える。このとき、ゲイン制御回路 6 0 7 は、アンプゲイン保持部 6 0 9 に保持しているアンプゲインを、バックアップ部 6 1 2 にバックアップし、光プリアンプ 6 0 4 の入力パワーを入力パワーモニタ 6 0 3 でモニタし、出力パワーを出力パワーモニタ 6 0 5 でモニタし、これらのモニタ値に基づいて光プリアンプ 6 0 4 をA G Cで制御して光プリアンプ 6 0 4 のゲインを一定にする。

【 0 0 6 4 】

電源オフ状態から電源投入された場合、ゲイン制御回路 6 0 7 は、バックアップ部 6 1 2 に有効なアンプゲインがバックアップしているか確認し、有効なアンプゲインがバックアップされている場合は、そのアンプゲインを用いてA G Cで光プリアンプ 6 0 4 を起動する。

【 0 0 6 5 】

有効なアンプゲインがバックアップされていない場合は、既に説明した、光プリアンプ 6 0 4 が初期状態（シャットダウン状態で、かつゲイン未設定）からの立ち上げと同じ方法により光プリアンプを起動する。

【 0 0 6 6 】

更なる機能としては、アンプゲインをバックアップ部 6 1 2 にバックアップし、ゲイン制御回路 6 0 7 が動作モードをA G Cに切り替えた後、光プリアンプ 6 0 4 の入力が無くなった（0 波になった）ことを入力パワーモニタ 6 0 3 で検出したとき、ゲイン制御回路 6 0 7 は、光プリアンプ 6 0 4 をシャットダウンする。

【 0 0 6 7 】

その後、光入力が入ったことを入力パワーモニタ 6 0 3 で検出したとき、ゲイン制御回路 6 0 7 は、バックアップ部 6 1 2 にバックアップされているアンプゲインを用いてA G Cにより光プリアンプ 6 0 4 を起動し、光プリアンプ 6 0 4 の

入力パワーモニタ603でモニタし、出力パワーを出力パワーモニタ605でモニタし、これらのモニタ値に基づいて光プリアンプ604をAGCで制御してゲインを一定にする。

【0068】

図7は、本発明の実施形態に従った光プリアンプの別の構成例を示す図である。

不揮発性メモリ620には光プリアンプユニットのシリアルナンバー（S/N）が予め書き込まれており、また、不揮発性メモリ621にはシェルフ630のシリアルナンバーが予め書き込まれている。前述した方法により光プリアンプをALCで起動後、AGCに切り替えアンプゲインをバックアップ部612にバックアップするとき、アンプゲインと共に不揮発性メモリ620に記憶されている光プリアンプのシリアルナンバー及び不揮発性メモリ621に記憶されているシェルフのシリアルナンバーを、バックアップ部612にバックアップする。

【0069】

いま、電源断の状態装置制御ユニットが交換された場合、もし新しい装置制御ユニットが過去に他の装置で使用されており、そのバックアップ部に他の装置のアンプゲインが記憶されている場合、そのアンプゲインをそのまま用いてAGCで制御すると、ノード間のロスを正しく補正することができず、主信号にエラーを生じさせるおそれがある。これを防止するため、電源起動時に、アンプゲインと共に、バックアップユニット及びシェルフの不揮発性メモリ620、621に書かれているシリアルナンバーとそれぞれ比較し、両方とも一致した場合のみ、バックアップ部612にバックアップされているアンプゲインが有効であると判断し、バックアップされているアンプゲインを用いて、光プリアンプを起動する。

【0070】

光プリアンプのシリアルナンバーだけではなく、シェルフのシリアルナンバーも比較することにより、バックアップユニットと光プリアンプユニットをペアで交換された場合でも、以前の装置でバックアップされたアンプゲインを用いて立ち上がってしまうことを防止することができる。

【 0 0 7 1 】

また、光プリアンプユニットが抜かれた場合に、装置制御ユニットにおいてバックアップ部にバックアップされているアンプゲインを消去し無効化することにより、上述の発明によれば、光プリアンプユニットのみが交換された場合に、有効なアンプゲインがバックアップされていないため、光プリアンプはA L Cで起動する。このため、光プリアンプユニットが交換されたことによる光信号の接続部ロスなどの変動を補正することができる。

【 0 0 7 2 】

以上の実施形態により、以下のような利点を得られる。

ノード間の光ロスに応じたアンプゲインを自動設定することができる。また、このときノード間の光ロスを測定器などで測定する場合のように、コネクタをつなぎ変える必要がないため、コネクタ接合部のロスも含めて正確にロスを測定することが可能であり、光回線設計時に余分なロスマージンを見込む必要が無くなる。

【 0 0 7 3 】

また、A L Cによるゲイン設定が完了する以前に、波長増減設などにより波長数や前ノードの光ポストアンプ出力が変動した場合でも、ノード間で監視制御情報を処理、転送するのにかかる時間と同じ期間は光プリアンプのゲインがほとんど変化しないようA L Cの時定数を長く取っているため、増減設された新しい波長情報が次ノードに通知される前に波長数が増減された光信号が光プリアンプに入力されても、光プリアンプ出力はエラーを発生させないようなレベル変動を生じない。また、パイロット信号用の余分な回路を持つ必要がない。

【 0 0 7 4 】

定期的にA L Cにより光プリアンプのゲインを再調整することにより、光ファイバの周囲温度などの外部要因による光ロスの変動を補正することができる。

このゲイン再調整中に前ノードの光出力レベルが変動し、規定範囲外になった場合や、光波長数が変わった場合は、バックアップ部にバックアップされているゲイン値を用いて光ポストアンプをA G Cに戻すことにより、一波あたりの光プ

リアンプ出力が変動し、信号にエラーを生じることを防止することができる。

【0075】

A L Cで立ち上げ、通常運用時はA L Cにより決定したゲインを用いてA G Cに切り替える方式において、A L C時に光アンプに入力する光レベルが一定であるときにA G C用ゲインを正しく設定することができる。

【0076】

光プリアンプがA L Cにより立ち上げ中に、前ノードの光出力レベルが変動した場合に、光プリアンプをシャットダウンすることにより、誤ったゲインで光プリアンプが起動することを防ぐことができる。

【0077】

停電などによる電源断が発生、復旧した場合、バックアップ部にバックアップされているゲイン値を用いて光プリアンプをA G Cで制御して再起動することにより、前ノードからの光入力レベルが安定していなくても、光プリアンプを再起動することができ、短時間でWDMシステムによる通信を復旧する事ができる。

【0078】

予備経路の光アンプに予め一旦光信号を入力して光アンプゲインを設定及びバックアップしておくことにより、プロテクションスイッチにより光アンプに入力される波長数が0波から複数波へ変化した場合に、バックアップしておいた光アンプゲインにより光アンプをA G C起動することによりA L Cにより起動する場合より早く光アンプを立ち上げることができ、プロテクションスイッチによる信号断の時間を短くすることができる。

【0079】

電源オフの状態で光プリアンプの制御情報をバックアップしているバックアップユニットを交換した場合でも、光プリアンプユニット及びシェルフのシリアルナンバーと、バックアップされている光プリアンプユニット及びシェルフのシリアルナンバーとを比較し、これらの値が一致している場合のみ、バックアップされているゲインが有効と判断することにより、他のシステムでバックアップされたアンプゲインを用いて光プリアンプが起動することを防止することができる。

【0080】

A L Cによる光プリアンプ起動後もA L Cを継続することにより、常時ノード間のロス変動を補正することができる。また、A L Cの時定数が長くなることにより、増減設や障害により波長数が変化した場合でも、新しい波長情報が前ノードから送られてくるまでは、光アンプゲインはほとんど変化せず光プリアンプ出力はエラーを発生させるようなレベル変動を生じない。更に、O S C経由で受け取る波長数情報が変化した場合は、定期的にバックアップしている光アンプゲインを用いてA G Cに移行するため、光アンプゲインが変動し、エラーを生じることがを防ぐことができる。

【 0 0 8 1 】

また、本発明の実施形態によれば、WDMネットワークの光アンプを起動する場合に、各ノード間（前段ノードの光ポストアンプと後段ノードの光プリアンプのペア）が独立してアンプ起動シーケンスを実行することができ、ネットワーク内の全光アンプ間でアンプ起動のハンドシェークを行う必要が無く、光アンプ起動制御が簡単になる。

【 0 0 8 2 】

図 8 及び図 9 は、上記実施形態の光ポストアンプと光プリアンプの制御の流れをまとめたフローチャートである。

図 8 は、本発明の実施形態に従った光ポストアンプのゲイン制御回路における制御フローである。

【 0 0 8 3 】

まず、ステップ S 1 0 において、光ポストアンプを起動し、ステップ S 1 1 において、光アンプゲインが規定範囲内か否かが判断される。ステップ S 1 1 において、光アンプゲインが規定範囲内でないと判断された場合には、規定範囲内に入るまで待つ。ステップ S 1 1 において、光アンプゲインが規定範囲内にあると判断された場合には、ステップ S 1 2 において、入力パワーモニタでモニタされる光入力レベルが規定範囲内か否かが判断される。ステップ S 1 2 において、ステップ S 1 2 の判断が N O の場合には、ステップ S 1 3 において、ノーマルオペレーション状態をクリアし、ステップ S 1 2 に戻る。

【 0 0 8 4 】

ステップ S 1 2 において、光入力レベルが規定範囲内と判断された場合には、ステップ S 1 4 において、ノーマルオペレーション状態を次のノードに通知して、ステップ S 1 2 に戻る。

【 0 0 8 5 】

図 9 は、本発明の実施形態に従った光プリアンプのゲイン制御回路における制御フローである。

光プリアンプ起動処理では、まず、ステップ S 2 0 において、有効な光アンプゲイン値がバックアップ部に記憶されているか否かを判断する。ステップ S 2 0 の判断が Y E S の場合には、ステップ S 2 1 において、バックアップされているゲイン値を用いて、光アンプを A G C 制御する。ステップ S 2 0 の判断が N O の場合には、ステップ S 2 2 に進む。

【 0 0 8 6 】

ステップ S 2 2 においては、前ノードからノーマルオペレーション状態を受信しているか否かを判断し、していない場合には、受信するまで待つ。ステップ S 2 2 の判断が Y E S の場合には、ステップ S 2 3 において、光アンプを A L C 制御で起動し、ステップ S 2 4 において、光アンプ出力レベルが一定時間、目標出力レベル範囲内にあるか否かを判断する。

【 0 0 8 7 】

ステップ S 2 4 における判断が N O の場合には、ステップ S 2 5 において、前ノードからノーマルオペレーション状態を継続して受信しているか否かを判断する。ステップ S 2 5 における判断が N O の場合には、ステップ S 3 1 に進む。ステップ S 2 5 における判断が Y E S の場合には、ステップ S 2 6 において、前ノードからの波長数情報が変化したか否かを判断する。ステップ S 2 6 における判断が N O の場合には、ステップ S 3 1 に進む。ステップ S 2 6 の判断が Y E S の場合には、ステップ S 2 4 に進む。

【 0 0 8 8 】

ステップ S 2 4 の判断が Y E S の場合には、ステップ S 2 7 において、光アンプゲイン値をアンプゲイン保持部に記憶し、ステップ S 2 8 において、ガード時間タイマを起動し、ステップ S 2 9 において、前ノードからノーマルオペレーシ

ョン状態を継続して受信しているか否かを判断する。ステップ S 2 9 における判断が N O の場合には、ステップ S 3 1 に進む。ステップ S 2 9 における判断が Y E S の場合には、ステップ S 3 0 において、前ノードからの波長数情報が変化したか否かを判断する。

【 0 0 8 9 】

ステップ S 3 0 における判断が Y E S の場合には、ステップ S 3 1 に進む。ステップ S 3 0 における判断が N O の場合には、ステップ S 3 4 において、ガード時間タイマがタイムアウトしたか否かが判断される。ステップ S 3 4 における判断が N O の場合には、ステップ S 2 9 に戻る。ステップ S 3 4 における判断が Y E S の場合には、ステップ S 3 5 において、光アンプを A G C 制御に切り替え、ステップ S 3 6 において、アンプゲイン保持部に保持しているゲインをバックアップ部へ記憶する。

【 0 0 9 0 】

ステップ S 3 1 では、有効な光アンプゲイン値がバックアップ部に記憶されているか否かを判断する。ステップ S 3 1 の判断が N O の場合には、ステップ S 3 3 において、光アンプをシャットダウンし、ステップ S 2 2 に戻る。ステップ S 3 1 における判断が Y E S の場合には、ステップ S 3 2 において、バックアップされているゲイン値を用いて、光アンプを A G C 制御に切り替える。

【 0 0 9 1 】

(付記 1) 光プリアンプと光ポストアンプとを含む光ノードにおける光アンプの監視制御方法であって、

光ポストアンプを自動利得制御するステップと、

光プリアンプを、立ち上げ時には自動レベル制御で立ち上げ、通常運用時は自動利得制御で制御し、通常運用時の所定期間毎に自動レベル制御を行うステップと、

を備えることを特徴とする光アンプの監視制御方法。

【 0 0 9 2 】

(付記 2) 前記光ポストアンプの入力光パワーが所定範囲内になり、かつ、光ポストアンプの利得が規定範囲になった場合に、次ノードに対し、光ポストア

ンプの動作が通常状態であることを、送信される光信号の波長多重数と共に、監視制御信号を用いて送信するステップを更に備えることを特徴とする付記 1 に記載の光アンプの監視制御方法。

【 0 0 9 3 】

(付記 3) 前記光プリアンプは、前ノードの光ポストアンプから、波長多重数と、通常状態であることの通知を受けて、自動レベル制御によって立ち上がり、立ち上がった後の光プリアンプの利得をメモリに格納するステップを更に備えることを特徴とする付記 2 に記載の光アンプの監視制御方法。

【 0 0 9 4 】

(付記 4) 前記光プリアンプは、通常運用時の所定期間毎の自動レベル制御において、所定の出力レベルが得られた時の利得をメモリに格納することを特徴とする付記 1 に記載の光アンプの監視制御方法。

【 0 0 9 5 】

(付記 5) 前記光プリアンプは、自動利得制御中に、定期的に自動レベル制御に切り替え、光プリアンプの出力が目標出力範囲内に一定時間以上入った場合に、その時点での利得を保持し、前ノードから通常状態であることの通知を所定時間継続して受信した場合に、自動利得制御に戻ることを特徴とする付記 2 に記載の光アンプの監視制御方法。

【 0 0 9 6 】

(付記 6) 光プリアンプが自動レベル制御から自動利得制御に移る場合に、メモリに利得値が格納されていない場合には、光プリアンプの出力をシャットダウンすることを特徴とする付記 3 に記載の光アンプの監視制御方法。

【 0 0 9 7 】

(付記 7) 前記光プリアンプにおいて、電源断が発生した後、復旧した場合の光プリアンプの再起動時に、有効な光プリアンプの利得値がメモリに格納されている場合には、該利得値を用いて該光プリアンプを自動利得制御して再起動することを特徴とする付記 3 に記載の光プリアンプの監視制御方法。

【 0 0 9 8 】

(付記 8) 前記光プリアンプのシリアル番号と該光プリアンプが収容される

シェルフのシリアル番号をメモリに格納し、電源断からの光プリアンプ起動時に光プリアンプ及びシェルフのシリアル番号と、格納された光プリアンプ及びシェルフのシリアル番号を比較し、一致している場合に、格納されている利得値に基づいて、該光プリアンプを自動利得制御によって起動することを特徴とする付記 1 に記載の光プリアンプの監視制御方法。

【 0 0 9 9 】

(付記 9) 光プリアンプと光ポストアンプとを含む光ノードにおける光アンプの監視制御システムであって、

自動利得制御される光ポストアンプと、

立ち上げ時には自動レベル制御で立ち上げ、通常運用時は自動利得制御で制御し、通常運用時の所定期間毎に自動レベル制御される光プリアンプと、を備えることを特徴とする光アンプの監視制御システム。

【 0 1 0 0 】

(付記 1 0) 前記光ポストアンプの入力光パワーが所定範囲内になり、かつ、光ポストアンプの利得が規定範囲になった場合に、次ノードに対し、光ポストアンプの動作が通常状態であることを、送信される光信号の波長多重数と共に、監視制御信号を用いて送信することを特徴とする付記 9 に記載の光アンプの監視制御システム。

【 0 1 0 1 】

(付記 1 1) 前記光プリアンプは、前ノードの光ポストアンプから、波長多重数と、通常状態であることの通知を受けて、自動レベル制御によって立ち上がり、立ち上がった後の光プリアンプの利得をメモリに格納するメモリを更に備えることを特徴とする付記 1 0 に記載の光アンプの監視制御システム。

【 0 1 0 2 】

(付記 1 2) 前記光プリアンプは、通常運用時の所定期間毎の自動レベル制御において、所定の出力レベルが得られた時の利得をメモリに格納することを特徴とする付記 9 に記載の光アンプの監視制御システム。

【 0 1 0 3 】

(付記 1 3) 前記光プリアンプは、自動利得制御中に、定期的に自動レベル

制御に切り替え、光プリアンプの出力が目標出力範囲内に一定時間以上入った場合に、その時点での利得を保持し、前ノードから通常状態であることの通知を所定時間継続して受信した場合に、自動利得制御に戻ることを特徴とする付記 1 0 に記載の光アンプの監視制御システム。

【0 1 0 4】

(付記 1 4) 光プリアンプが自動レベル制御から自動利得制御に移る場合に、メモリに利得値が格納されていない場合には、光プリアンプの出力をシャットダウンすることを特徴とする付記 1 1 に記載の光アンプの監視制御システム。

【0 1 0 5】

(付記 1 5) 前記光プリアンプにおいて、電源断が発生した後、復旧した場合の光プリアンプの再起動時に、有効な光プリアンプの利得値がメモリに格納されている場合には、該利得値を用いて該光プリアンプを自動利得制御して再起動することを特徴とする付記 1 1 に記載の光プリアンプの監視制御システム。

【0 1 0 6】

(付記 1 6) 前記光プリアンプのシリアル番号と該光プリアンプが収容されるシェルフのシリアル番号をメモリに格納し、電源断からの光プリアンプ起動時に光プリアンプ及びシェルフのシリアル番号と、格納された光プリアンプ及びシェルフのシリアル番号を比較し、一致している場合に、格納されている利得値に基づいて、該光プリアンプを自動利得制御によって起動することを特徴とする付記 9 に記載の光プリアンプの監視制御システム。

【0 1 0 7】

【発明の効果】

本発明によれば、コストの面で優れ、自動的に光アンプのゲインの調整と立ち上げを行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

A L C 時の A L C 時定数の効果を説明した図（その 1）である。

【図 2】

A L C 時の A L C 時定数の効果を説明した図（その 2）である。

【図 3】

図 1 の A D M 機能を持った W D M 伝送装置の構成例を片方向の経路に着目し、隣接する二つのノードについて簡単化して示した図である。

【図 4】

図 3 における光波長多重装置 1 0 4、及び光ポストアンプ 1 0 5 について、本発明の実施形態に従った構成例を示したものである。

【図 5】

本発明の実施形態に従った光ポストアンプの別の構成例を示した図である。

【図 6】

本発明の実施形態に従った光プリアンプの構成例を示す図である。

【図 7】

本発明の実施形態に従った光プリアンプの別の構成例を示す図である。

【図 8】

本発明の実施形態に従った光ポストアンプのゲイン制御回路における制御フローである。

【図 9】

本発明の実施形態に従った光プリアンプのゲイン制御回路における制御フローである。

【図 1 0】

A D M 機能を持った W D M 通信装置の構成例である。

【図 1 1】

W D M 通信ネットワークの一例を示す図である。

【符号の説明】

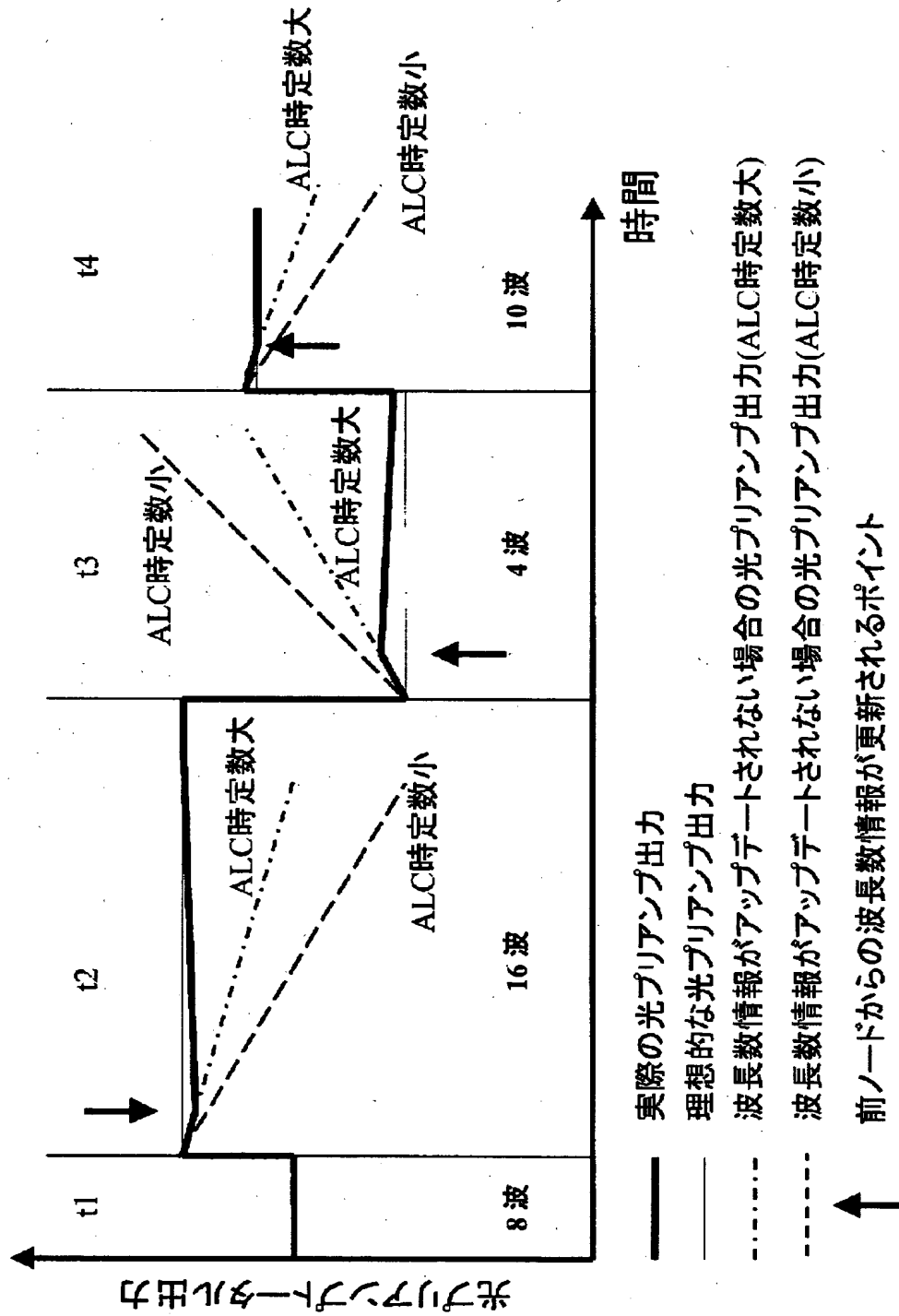
4 0 2、6 0 3	入力パワーモニタ
4 0 3、6 0 4	E D F A
4 0 4、6 0 5	出力パワーモニタ
4 0 5、6 1 0	光ファイバ
4 0 6、5 0 2、6 0 2	カプラ
4 0 7、4 1 0、5 0 1、6 0 1	伝送路

408、607	ゲイン制御回路
409、611	OSC送受信回路
420、510	PD
421	MUX
503	光プリアンプ
505	光スイッチ
509	装置制御回路
608	ガード時間タイマ
609	アンプゲイン保持部
612	バックアップ部
620、621	不揮発性メモリ
630	シェルフ

【書類名】 図面

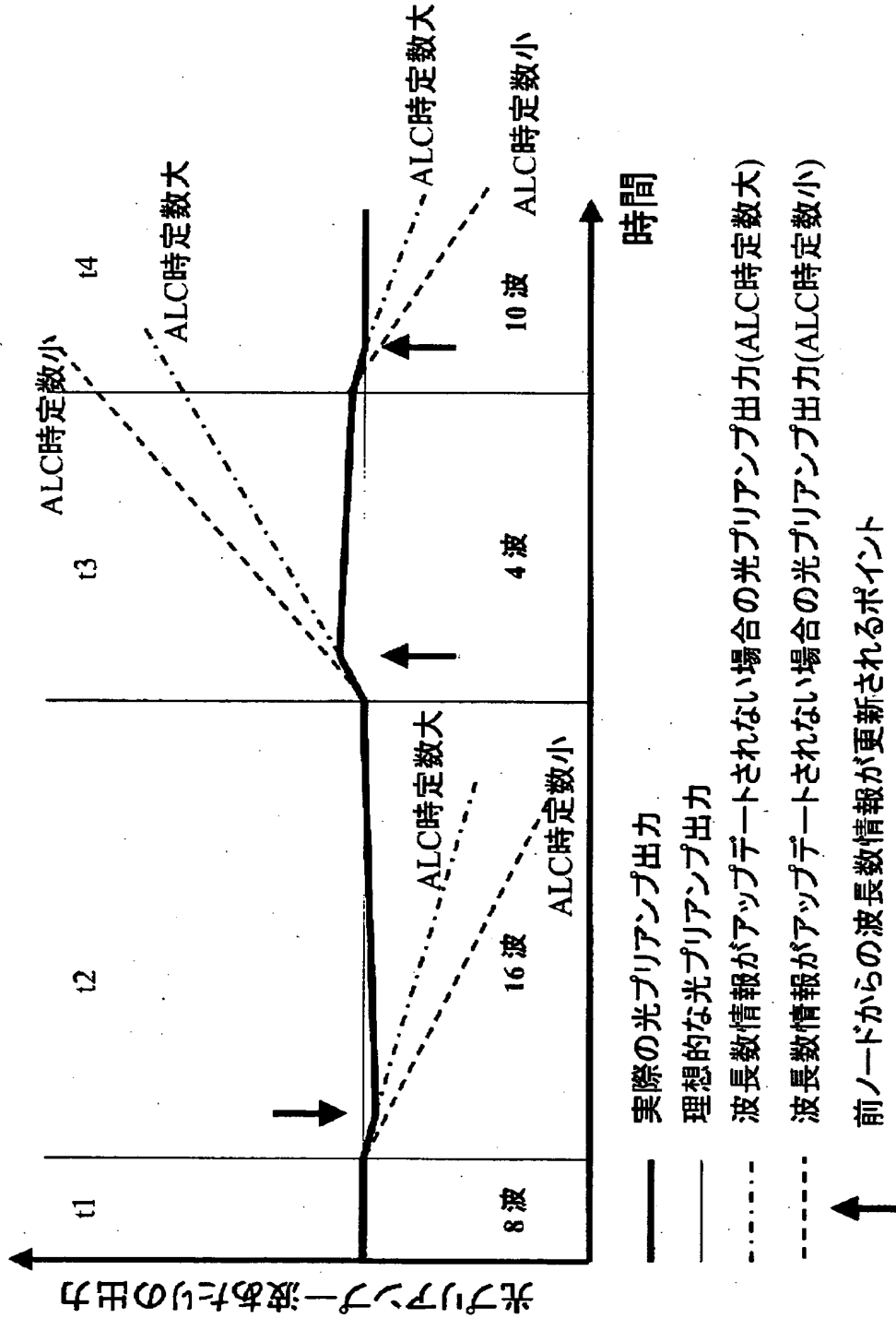
【図 1】

ALC時のALC時定数の効果を説明した図(その1)



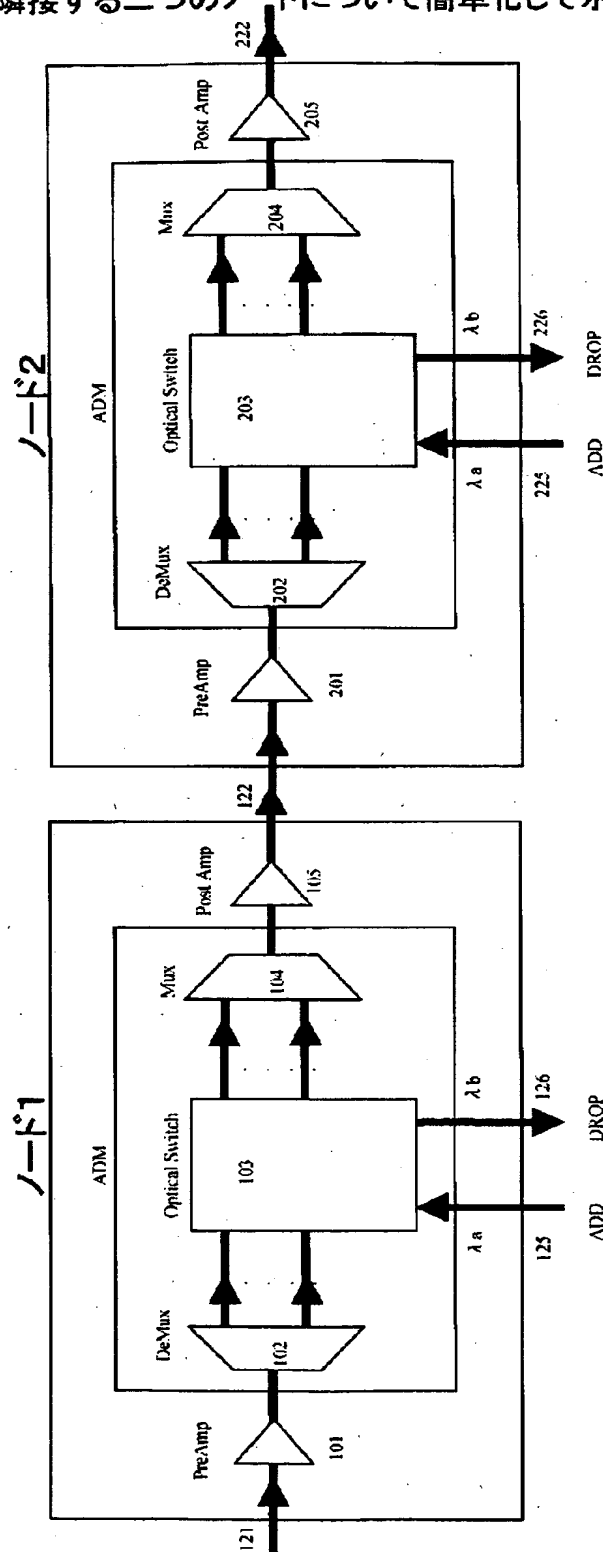
【図2】

ALC時のALC時定数の効果を説明した図(その2)



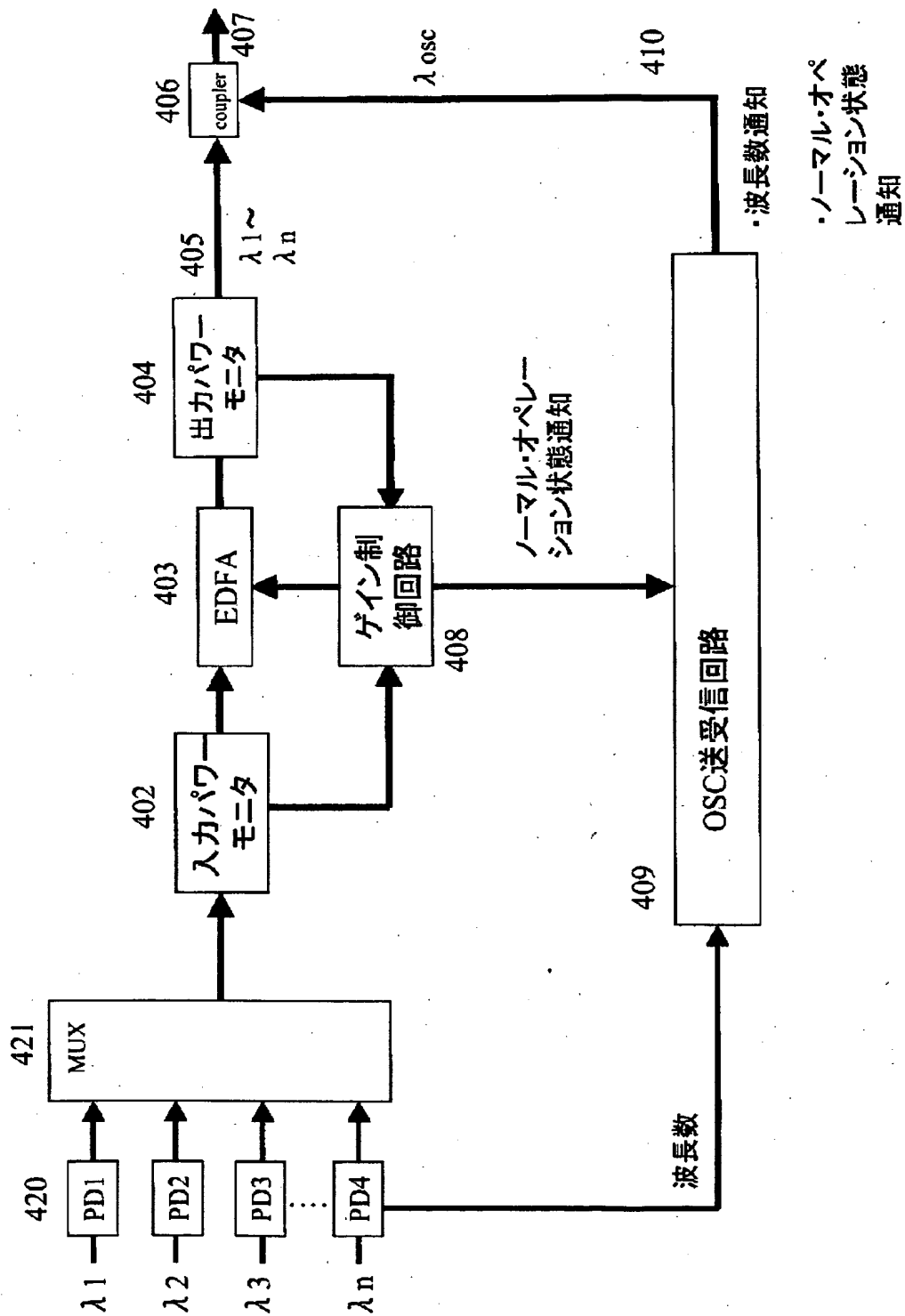
【図3】

図1のADM機能を持ったWDM伝送装置の構成例を片方向の経路に着目し、隣接する二つのノードについて簡単化して示した図



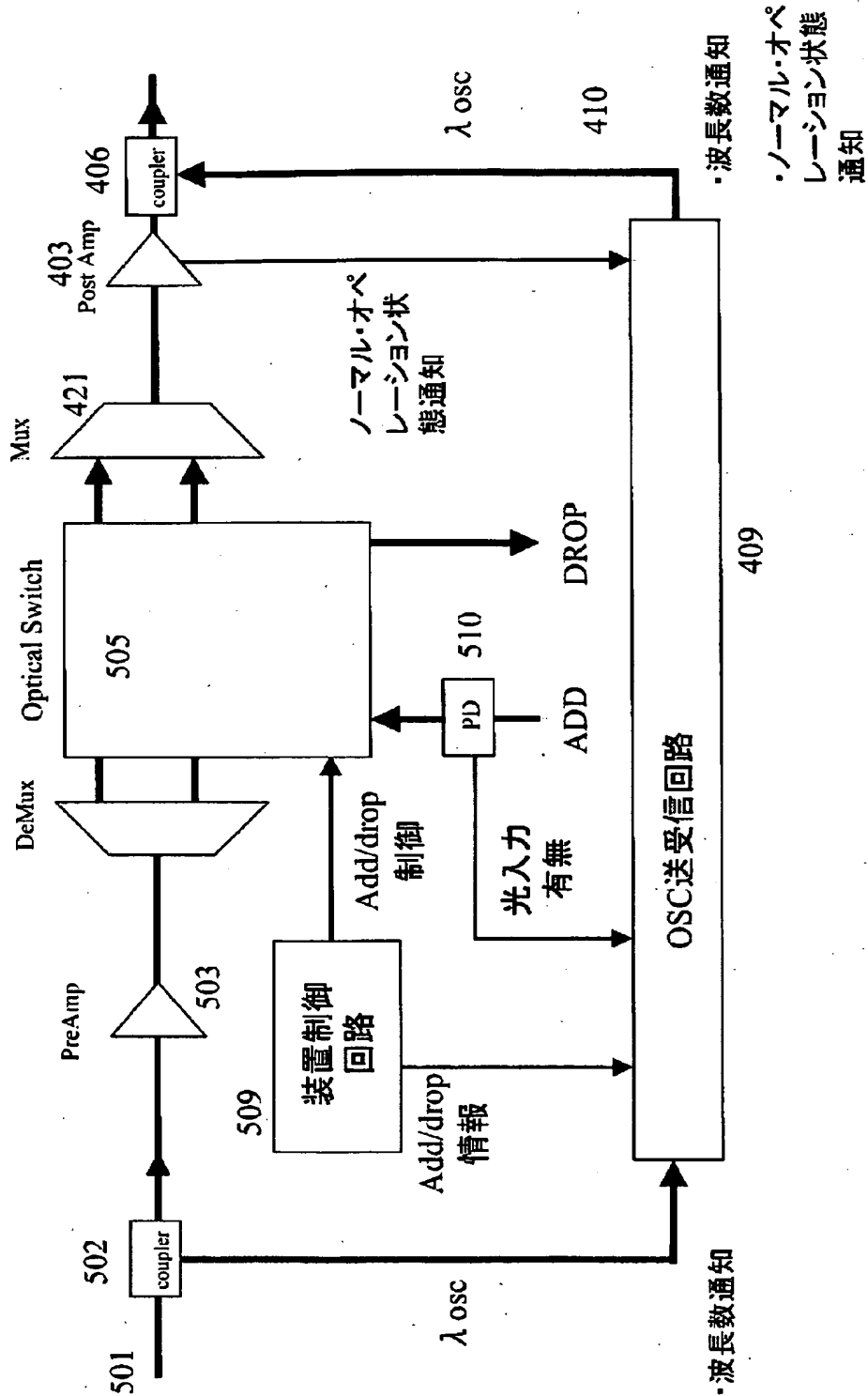
【図 4】

図3における光波長多重装置104、及び光ポストアンプ105
について、本発明の実施形態に従った構成例



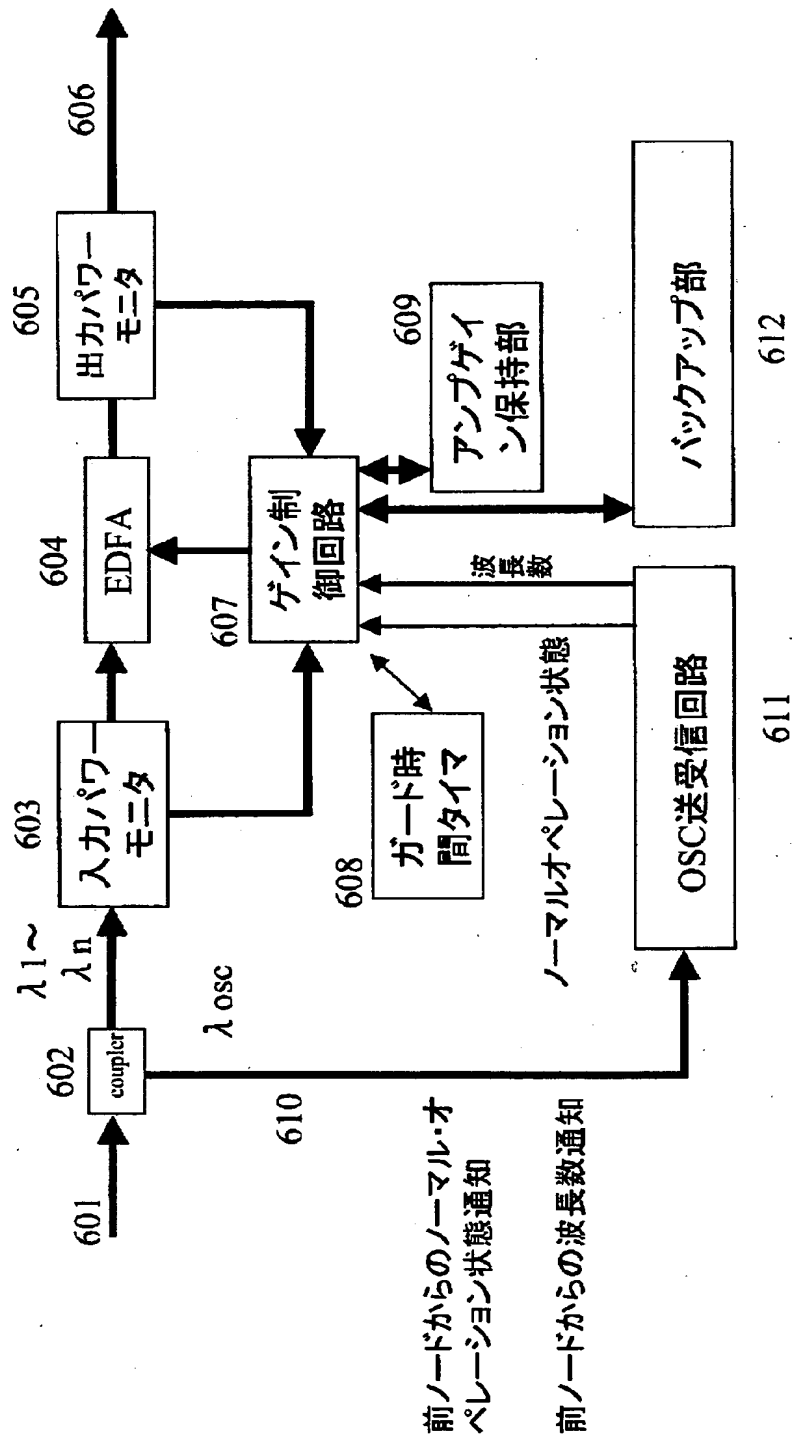
【図 5】

本発明の実施形態に従った光ポストアンプの別の構成例を示した図



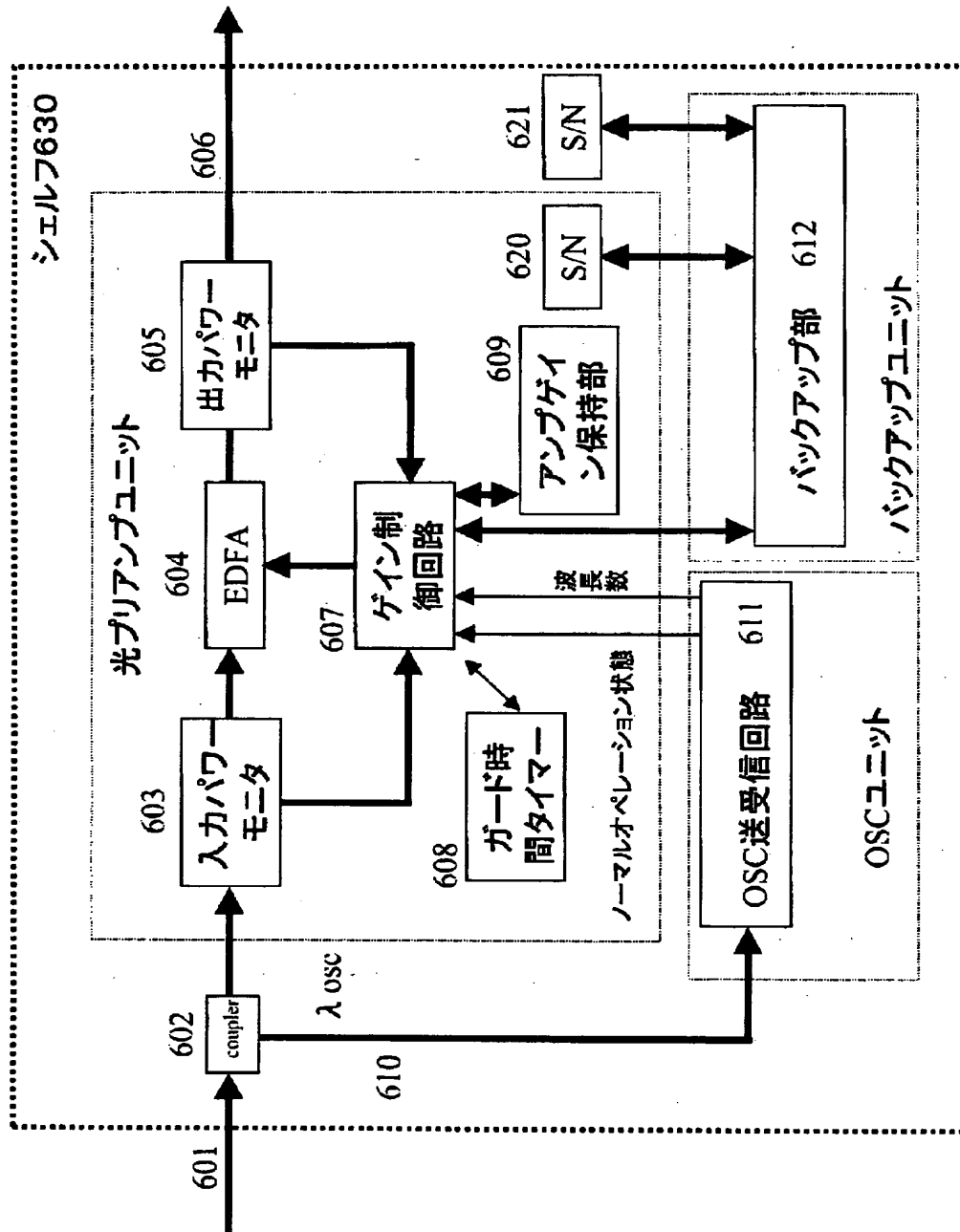
【図 6】

本発明の実施形態に従った光プリアンプの構成例を示す図



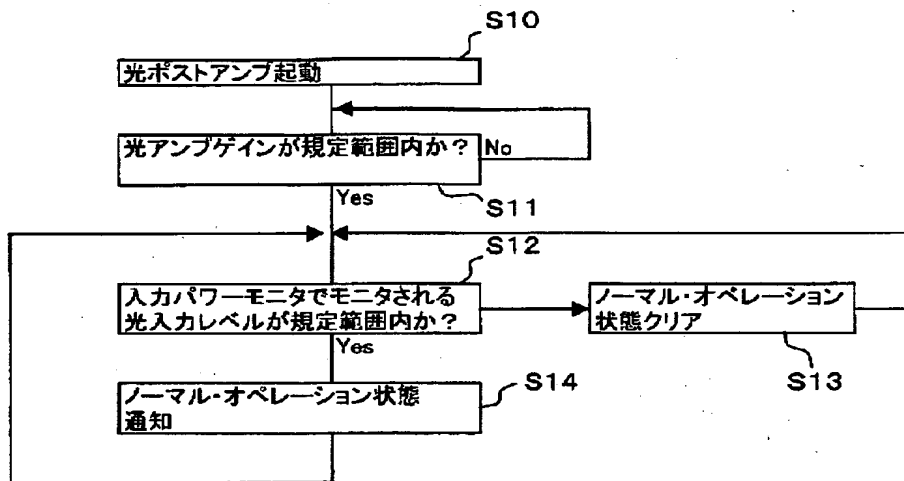
【図 7】

本発明の実施形態に従った光プリアンプの別の構成例を示す図



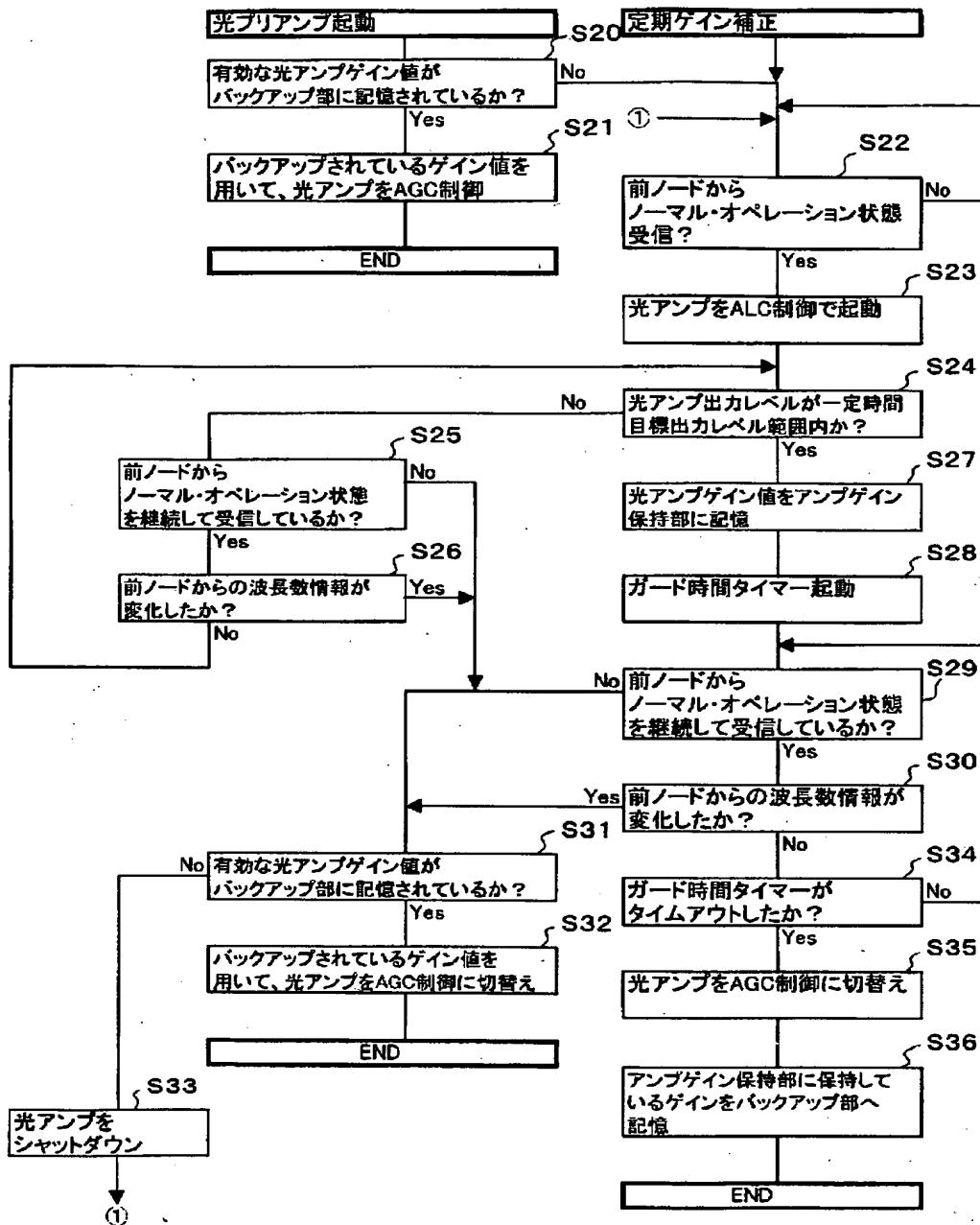
【図 8】

本発明の実施形態に従った光ポストアンプの
ゲイン制御回路における制御フロー



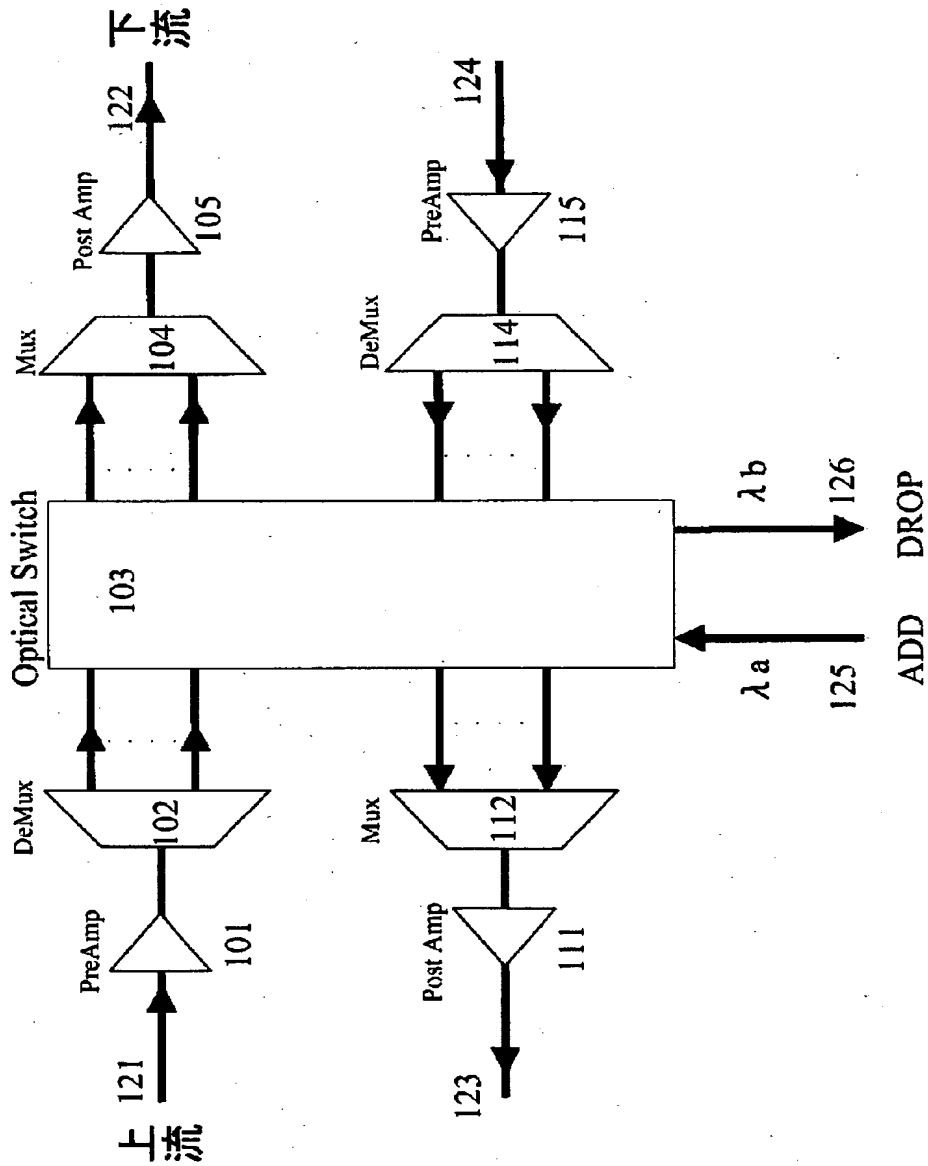
【図 9】

本発明の実施形態に従った光プリアンプのゲイン制御回路における制御フロー



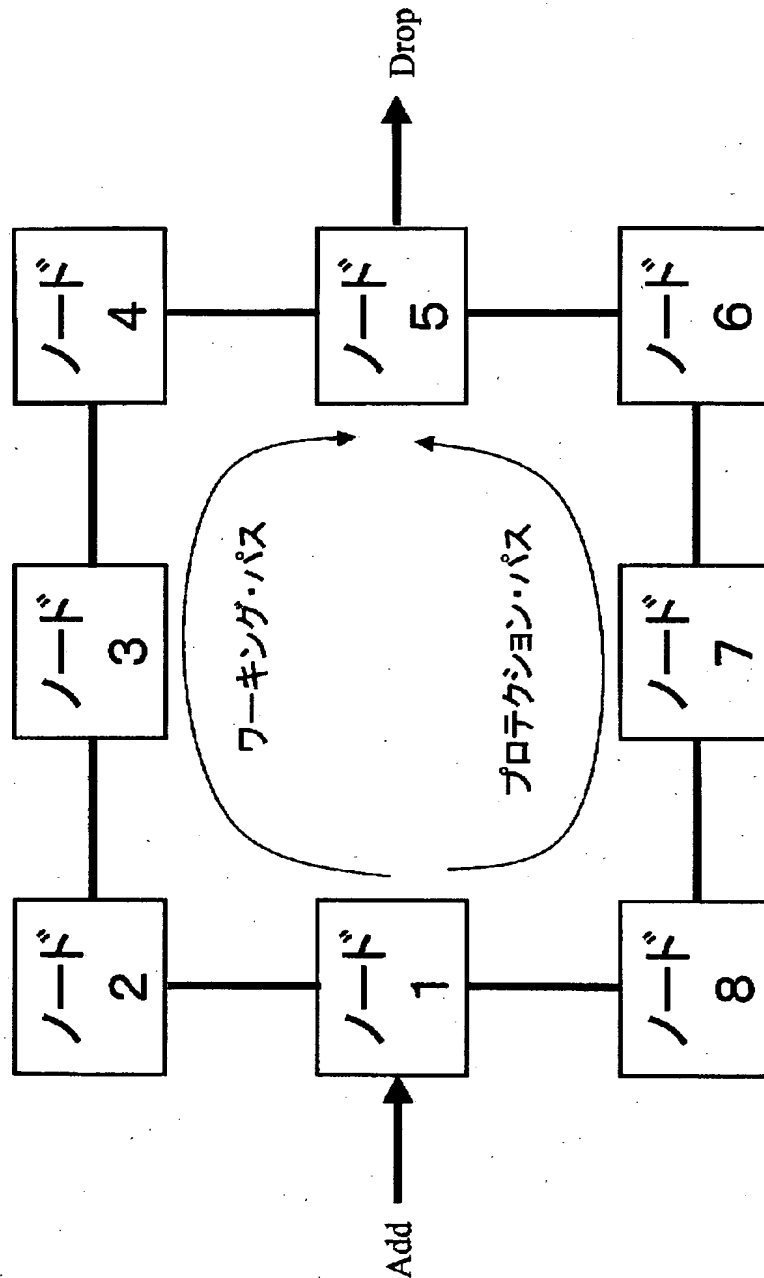
【図 1 0】

ADM機能を持ったWDM通信装置の構成例



【図 11】

WDM通信ネットワークの一例を示す図



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 安価で、自動的にゲイン調整、立ち上げなどを行うことのできる光アンプの監視制御方法を提供する。

【解決手段】 光を増幅する E D F A 6 0 4 の入力光レベルをモニタする入力パワーモニタ 6 0 3 と出力光レベルをモニタする出力パワーモニタ 6 0 5 の測定結果を基に、ゲイン制御回路 6 0 7 が E D F A 6 0 4 の増幅率を制御する。光プリアンプは、前ノードからの波長数通知と前ノードの光ポストアンプが正常に動作しているか否かを示すノーマルオペレーション状態通知を監視制御用信号によって受信し、ゲイン制御回路 6 0 7 が A L C か A G C のいずれを行うかを切り替えさせる。A L C で動作している際に、波長数の変化などがあった場合には、バックアップしているゲイン値を用いて A G C を行う。また、通常状態のゲイン値は、アンプゲイン保持部 6 0 9 及びアックアップ部 6 1 2 に保持される。

【選択図】 図 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005223]

1. 変更年月日 1996年 3月26日

[変更理由] 住所変更

住 所 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
氏 名 富士通株式会社